



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 8 9 5 0 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 9 5 0 7 ]

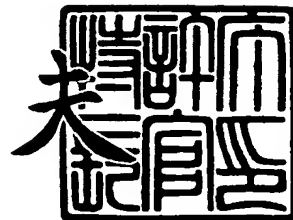
出      願      人                      N E C エレクトロニクス株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 74520012

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03F 3/45

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地 N E C エレ  
クトロニクス株式会社内

【氏名】 木村 克治

【特許出願人】

【識別番号】 302062931

【氏名又は名称】 N E C エレクトロニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100103894

【弁理士】

【氏名又は名称】 家入 健

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 106760

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0218232

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コモンモード電圧制御回路及びコモンモード電圧制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

差動出力回路の差動出力端子からのコモンモード出力電圧を検出し、検出したコモンモード出力電圧に基づき検出電圧を出力する検出回路と、

前記検出電圧と第 1 電圧を入力し、前記検出電圧と前記第 1 電圧との間の電圧差に基づく電流を入出力するトランスコンダクタンス回路と、を備え、

前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力回路の差動出力に入出力される、コモンモード電圧制御回路。

【請求項 2】

前記第 1 電圧は予め定められた一定電圧である、請求項 1 に記載のコモンモード電圧制御回路。

【請求項 3】

前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を下げるように前記差動出力に流しこまれ、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を上げるように前記差動出力から引き込まれる、請求項 1 または 2 に記載のコモンモード電圧制御回路。

【請求項 4】

前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力端子のそれぞれに入出力される、請求項 1 及至 3 に記載のコモンモード電圧制御回路。

【請求項 5】

前記トランスコンダクタンス回路は、同一位相の並列電流を入出力し、前記同一位相の並列電流のそれぞれは、前記差動出力端子のそれぞれに入出力される、請求項 1 もしくは 2 に記載のコモンモード電圧制御回路。

【請求項 6】

前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧が所定電圧よりも大きくなった場合に前記差動出力端子に流しこまれ、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧が前記所定電圧よ

りも小さくなった場合に前記差動出力端子から引き込まれる、請求項 1 及至 3 に記載のコモンモード電圧制御回路。

**【請求項 7】**

差動出力のコモンモード電圧の制御方法であって、  
差動出力端子のコモンモード出力電圧を検出するステップと、  
前記検出したコモンモード出力電圧に基づく検出電圧を出力するステップと、  
前記検出電圧と第 1 電圧との電圧差に応じた電流を前記差動出力端子に入出力するステップと、を備える、コモンモード電圧制御方法。

**【請求項 8】**

前記差動出力端子に帰還する電流は、前記出力端子のそれぞれに入出力される同一位相の並列電流である、請求項 7 に記載のコモンモード電圧制御方法。

**【請求項 9】**

前記差動出力端子に帰還する電流は、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を下げるように前記差動出力端子に流しこまれ、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を上げるように前記差動出力端子から引き込まれる、請求項 7 もしくは 8 に記載のコモンモード電圧制御方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0 0 0 1】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明はコモンモード電圧制御回路に関する。

**【0 0 0 2】**

**【従来の技術】**

オペアンプや O T A (Operational Transconductance Amplifier) などを利用した差動出力を有する回路において、差動出力のコモンモード電圧を制御するための回路として、従来、様々な回路構成を有するものが開示されている。図 2 は、従来のコモンモード電圧設定回路の構成の一例を示す回路ブロック図である。図 2 の回路は、差動出力端子のコモンモード電圧を検出回路 2 0 3 によって検出する。

**【0 0 0 3】**

検出回路 203 の出力はオペアンプ 204 の一つの入力端子に入力される。オペアンプ 204 の差動入力電圧として、入力端子のそれぞれに、検出されたコモンモード検出電圧  $V_{CM}$  と一定の基準電圧  $V_{CM1}$  とが入力される。オペアンプ 204 の差動出力端子は、制御すべき差動出力を持つ OTA1、OTA2 (201)、(202) の駆動電流を設定するカレントミラー回路の制御端子に接続される。オペアンプ 204 の差動出力によって電圧制御することで、コモンモード電圧を所望の電圧に設定している。

#### 【0004】

上記回路構成は、入力信号を信号処理して所望の信号として出力する本来の信号ループを有している他に、コモンモード電圧を設定するための制御信号ループも構成されている。駆動電流が制御される OTA は、実質的には入力信号と制御信号の 2 信号を入力する乗算器として機能している。このため、制御信号ループで見ると、本来の信号ループの影響が現れ、位相余裕やゲインマージンをとることが困難となっている。

#### 【0005】

また、コモンモード電圧設定回路の設定電圧誤差を少なくするためには、制御信号ループのゲインを高く設定する必要がある。しかし、ゲインを高くすると位相余裕がなくなるため回路動作が不安定となり、制御信号ループで発振現象が現れる問題がある。逆に、回路が安定動作するように制御信号ループのゲインを低く設定すると、出力側コモンモード電圧の設定誤差を所望の値以下にすることができない。

#### 【0006】

##### 【非特許文献 1】

J. Silva-Martinez, M. S. J. Steyaert, and W. Sansen, Design Techniques for High-Performance Full-CMOS OTA-RC Continuous-Time Filters, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 27, No. 7, pp. 993-1001, July 1992.

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の回路構成は、位相余裕やゲインマージンを少しでも確保す

るため、制御されるオペアンプあるいはOTAは、入力信号と制御信号の2信号を入力する乗算器として機能する。そのため、信号ループの影響が現れ、制御信号ループの位相余裕やゲインマージンを確保することが困難である。また、制御信号ループの位相余裕を確保するために制御信号ループのゲインを下げると、設定誤差が大きくなる。この問題を少しでも軽減するために、従来の回路構成はオペアンプの駆動電流を増やして周波数を上げている。このため、回路の消費電流を減らすことが困難である。

#### 【0008】

本発明は、上記従来の技術に鑑みてなされたものであって、差動出力のコモンモード電圧を効果的に制御することができる、コモンモード電圧制御回路を提供することを一つの目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様はコモンモード電圧制御回路であって、差動出力回路の差動出力端子からのコモンモード出力電圧を検出し、検出したコモンモード出力電圧に基づき検出電圧を出力する検出回路と、前記検出電圧と第1電圧を入力し、前記検出電圧と前記第1電圧との間の電圧差に基づく電流を入出力するトランスコンダクタンス回路と、を備え、前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力回路の差動出力に入出力されるものである。この構成を有することによって、差動出力のコモンモード電圧を効果的に制御することができる。

#### 【0010】

上記第1の態様において、前記第1電圧は予め定められた一定電圧であることが好ましい。これによって、一定の電圧を基準としてコモンモード電圧を設定することが可能となる。あるいは、前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力端子のそれぞれに入出力されることが好ましい。また、前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を下げるように前記差動出力端子に流しこまれ、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を上げるように前記差動出力端子から引き込

まれることが好ましい。これにより、コモンモード出力電圧を効果的に所定範囲内に調節することができる。

#### 【0011】

上記第1の態様において、前記トランスコンダクタンス回路は、同一位相の並列電流を入出力し、前記同一位相の並列電流のそれぞれは、前記差動出力端子のそれぞれに入出力されることが好ましい。これにより、効果的にコモンモード出力電圧を制御することができる。

#### 【0012】

上記第1の態様において、前記トランスコンダクタンス回路からの入出力電流は、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧が所定電圧よりも大きくなった場合に前記差動出力端子に流しこまれ、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧が前記所定電圧よりも小さくなった場合に前記差動出力端子から引き込まれることが好ましい。これにより、コモンモード出力電圧を効果的に所定範囲内に調節することができる。

#### 【0013】

本発明の第2の態様は差動出力のコモンモード電圧の制御方法であって、差動出力端子のコモンモード出力電圧を検出するステップと、前記検出したコモンモード出力電圧に基づく検出電圧を出力するステップと、前記検出電圧と第1電圧との電圧差に応じた電流を前記差動出力端子に入出力するステップと、を備えるものである。この構成を有することによって、差動出力のコモンモード電圧を効果的に制御することができる。

#### 【0014】

上記第2の態様において、前記差動出力端子に帰還する電流は、前記出力端子のそれぞれに入出力される同一位相の並列電流であることが好ましい。あるいは、前記差動出力端子に帰還する電流は、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を下げるように前記差動出力端子に流しこまれ、前記差動出力端子からのコモンモード出力電圧を上げるように前記差動出力端子から引き込まれることが好ましい。これにより、コモンモード出力電圧を効果的に所定範囲内に調節することができる。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明を適用可能な実施の形態が説明される。以下の説明は、本発明の実施形態を説明するものであり、本発明が以下の実施形態に限定されるものではない。説明の明確化のため、以下の記載は、適宜、省略及び簡略化がなされている。又、当業者であれば、以下の実施形態の各要素を、本発明の範囲において容易に変更、追加、変換することが可能であろう。

## 【0016】

図1は、本実施の形態におけるコモンモード電圧制御回路の概略構成を示す回路ブロック図である。本形態のコモンモード電圧制御回路は、差動電圧入力に応じた電流を入出力するトランスコンダクタンス回路を制御ループに使用することによって、制御ループを単純化している。これによって、制御ループの位相余裕を確保することができ、安定に回路を動作させることができる。

## 【0017】

図1において、101は差動入力に応じて差動出力を行う差動出力回路である。104差動出力回路101のコモンモード電圧を制御するコモンモード電圧制御回路である。本形態の差動出力回路101は、差動入力電圧に応じた差動出力電圧を出力する。本発明のコモンモード電圧制御回路は、電圧と電流との間の各態様の変換を行う差動出力回路に適用することが可能である。また、オペアンプやOTAなどの差動出力を有する回路によって構成される、様々な態様の差動出力回に適用することができる。

## 【0018】

差動出力回路101は、トランスコンダクタンスが $g_{m1}$ の第1のOTA (Operational Transconductance Amplifier) 102、トランスコンダクタンスが $g_{m2}$ の第2のOTA 103を備えている。第1および第2のOTA 102、103は差動電圧を入力し、そのトランスコンダクタンスと差動電圧に応じた差動出力である電流を、出力あるいは入力する。第1および第2のOTA 102、103はトランスコンダクタンスが電子的に可変もしくは不変の回路を利用することができる。第1のOTA 102の2つの差動入力端子には、差動出力回路101



外部からの入力差動電圧 ( $V_{in}$ ) が入力される。

#### 【0019】

第1のOTA102は第2のOTA103に接続されており、第1のOTA102の2つの差動出力端子のそれぞれは、第2のOTA103の2つの差動入力端子のそれぞれに接続されている。第1のOTA102と第2のOTA103の互いの正逆同相の端子が接続されている。第2のOTA103の差動入力端子からは、差動出力回路101の外部へ差動出力電圧 ( $V_{out}$ ) が出力される。第2のOTA103の出力端子のそれぞれと、第2のOTA103の入力端子のそれぞれが同時接続されている。同相の出力端子と入力端子のそれぞれが、接続されている。第2のOTA103は、第1のOTA102から差動入力端子への電流により駆動される。

#### 【0020】

外部から入力差動電圧 ( $V_{in}$ ) が入力されると、第1のOTA102は入力電圧に応じた電流を入出力する。電流は第2のOTA103に入出力される。第2のOTA103は第1のOTA102からの差動入出力電流によって駆動され、差動入力電流に応じた電圧  $V_{out}$  を出力する。

#### 【0021】

次に、本形態のコモンモード電圧制御回路について説明する。104は差動出力回路101のコモンモード電圧を制御する、コモンモード電圧制御回路である。コモンモード電圧制御回路104は、差動出力回路101のコモンモード電圧に応じた電流を差動出力回路101の差動出力にフィードバックすることによって、コモンモード電圧を制御する。コモンモード電圧制御回路104は、コモンモード電圧検出回路105及びコモンモード・フィードバックOTA106を備えている。

#### 【0022】

コモンモード電圧検出回路105は、差動出力回路101から出力されるコモンモード電圧を検出し、検出電圧  $V_{CM2}$  を出力する。検出電圧は検出したコモンモード電圧に基づいて決定され、コモンモード電圧と同一もしくは所定の関係を有する電圧であることができる。コモンモード電圧検出回路105は、2つの

抵抗を利用したパッシブな検出回路、もしくはOTAなどを利用したアクティブの検出回路など、広く知られて回路構成を利用することができる。

### 【0023】

コモンモード・フィードバックOTA106は差動電圧を入力し、その差動電圧に応じた電流を出力あるいは入力する。コモンモード・フィードバックOTA106は、第1及び第2のOTA102、103と同様にトランスコンダクタンスを電子的に調整する、あるいは調整しない回路など様々な設計の回路を使用することができる。コモンモード電圧制御回路104において、コモンモード・フィードバックOTA106は、差動入力電圧に応じて同一位相の電流を出力する。

### 【0024】

第2のOTA103の差動出力端子のそれぞれは、コモンモード電圧検出回路105のそれぞれの入力端子に接続されている。コモンモード電圧検出回路105の出力は、コモンモード・フィードバックOTA106の一つの差動入力端子に接続される。コモンモード・フィードバックOTA106のもう一つの差動入力端子には、電圧 $V_{CM1}$ を入力することができる。入力電圧 $V_{CM1}$ として、予め定められた一定の基準電圧を入力することができる。基準電圧は、回路設計に従って適切な電圧を決定することができる。コモンモード・フィードバックOTA106の同一位相の2つの並列出力端子は差動出力回路101の差動出力端子に接続される。並列出力端子のそれぞれは、第2のOTA103の差動出力端子のそれぞれに接続されている。あるいは、並列出力端子のそれぞれは、第1のOTA102の差動出力端子のそれぞれに接続されている。

### 【0025】

差動出力回路101の差動出力端子からの差動出力電圧は、コモンモード電圧検出回路105に入力される。コモンモード電圧検出回路105は入力された差動出力から、出力側のコモンモード電圧 $V_{CM}$ を検出する。コモンモード電圧は、原理的には差動出力端子の電圧の平均値であり、直流電圧値である。コモンモード電圧検出回路105は、検出したコモンモード電圧 $V_{CM}$ に応じた検出電圧 $V_{CM2}$ を出力する。

**【0026】**

検出電圧  $V_{CM2}$  は、コモンモード・フィードバック OTA 106 の一方の入力端子に入力される。コモンモード・フィードバック OTA 106 のもう一方の入力端子には、基準電圧  $V_{CM1}$  が入力される。コモンモード・フィードバック OTA 106 は、 $V_{CM1}$  と  $V_{CM2}$  の電圧差に応じて、同一位相の並列電流を入力あるいは出力する。同一位相の並列電流のそれぞれは、差動出力回路 101 の差動出力端子の 2 つの端子のそれぞれに入出力される。

**【0027】**

差動出力端子への入出力電流は、コモンモード電圧  $V_{CM}$  が所定電圧よりも大きくなった場合には、差動出力端子に電流を流し込むように制御される。さらに、コモンモード電圧  $V_{CM}$  が所定電圧よりも小さくなった場合には、差動出力端子から電流を引き込むように制御される。これによって負帰還ループが構成される。尚、差動出力端子へ電流の様々な態様の入出力を利用することができる。

**【0028】**

差動出力をもつオペアンプあるいは OTA において、差動出力端子に電流が流し込まれると、コモンモード電圧は下がる。一方、差動出力端子から電流を引き込まれると、コモンモード電圧は上がる。従って、上記のように、差動出力端子の 2 つのそれぞれの端子に、同一の電流を流し込むことによって、両端子の電圧を等しく下げることができる。あるいは、両端子から同一の電流を引き込むことによって、両端子の電圧を等しく上げることができる。これにより、コモンモード電圧を所定範囲内に調節することができる。

**【0029】**

例えば、検出電圧  $V_{CM2}$  とコモンモード電圧  $V_{CM}$  を等しくすることによって、出力側コモンモード電圧  $V_{CM}$  を基準電圧  $V_{CM1}$  に等しく設定するように制御することができる。コモンモード電圧  $V_{CM}$  が基準電圧  $V_{CM1}$  から上昇すると、差動出力端子に電流が流し込まれ、コモンモード電圧が基準電圧  $V_{CM1}$  に近づく。一方、コモンモード電圧  $V_{CM}$  が降下すると、差動出力端子から電流を引き込まれ、コモンモード電圧が基準電圧  $V_{CM1}$  に近づく。

**【0030】**



尚、出力側コモンモード電圧が所定の電圧からずれるのは、多くの場合、カレントミラー回路間の電流値のばらつきのためである。例えば、オペアンプやOTAでは、電源側カレントミラー回路のミラー電流値とグランド側カレントミラー回路のミラー電流値が、MOSトランジスタのチャネル長変調やバイポーラトランジスタのベース幅変調の影響により、多少異なるようになるのが主な原因である。従って、その電流値のずれはカレントミラー回路のミラー電流値の高々数%程度の小さな値である。

#### 【0031】

上記のように、コモンモード電圧は直流電圧値である。制御ループ内のOTAの入出力電流は、差動出力端子に接続される全てのオペアンプやOTAの出力回路の直流バイアス電流の和の数%をカバーできればよい。また、直流バイアス電流を補正するので、周波数特性は特に要求されない。また、OTAの線形性はそれほど重要ではなく、単調性が確保されていればよい。従って、例えば、差動対のような簡単な回路を用いることができる。さらに、OTAの作動出力は不要であるので、差動対の出力をアクティブロードすることができ、差動対の駆動電流を全て利用することができる。

#### 【0032】

以上のように、本実施の形態によれば、差動出力を持つ回路のコモンモード電圧を所望の電圧に設定することができる。あるいは、本形態のコモンモード電圧制御回路は、差動出力信号によって制御される電流を差動出力端子に入出力することによって、信号系をコモンモード電圧の制御ループ内に取り込まない構成を実現している。これにより、低消費電流でも制御信号ループの位相余裕やゲインマージンを確保することができ、回路の安定動作を実現することができる。

#### 【0033】

あるいは、コモンモード電圧の制御ループに位相余裕が存在するため、ループゲインを上げることができる。これによって、コモンモード電圧制御回路の設定電圧誤差を少なくすることができる。また、直流動作を確保すればよいので、入出力電流を小さくすることができ、低電流化を達成することが可能となる。

#### 【0034】

**【発明の効果】**

本発明によれば、差動出力のコモンモード電圧を効果的に制御することができる、コモンモード電圧御回路を得ることができる。

**【図面の簡単な説明】**

【図 1】 本実施の形態における、コモンモード制御回路を説明する、回路ブロック図である。

【図 2】 従来技術におけるコモンモード制御回路を説明する、回路ブロック図である。

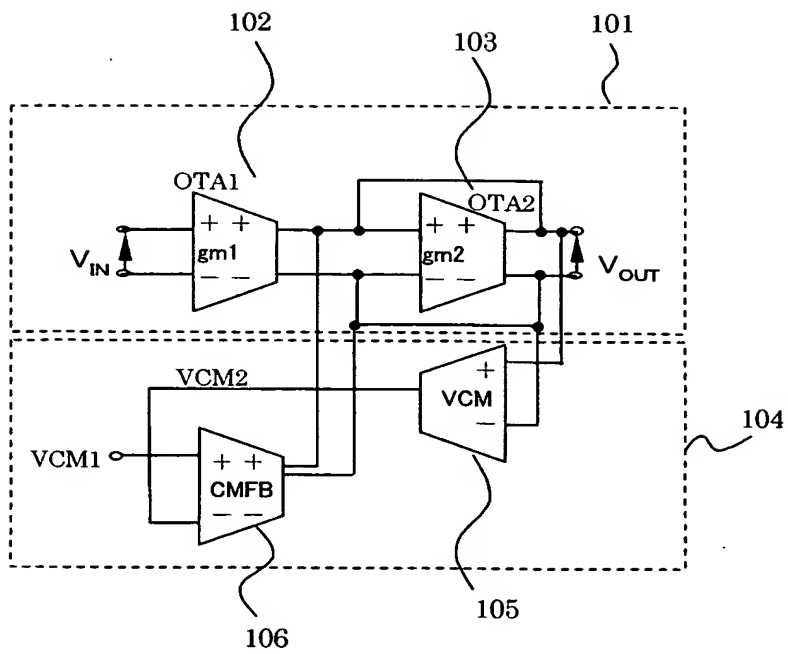
**【符号の説明】**

101 差動出力回路、102 第1のOTA、103 第2のOTA、104  
コモンモード電圧制御回路、105 コモンモード電圧検出回路、106 コ  
モンモード・フィードバックOTA

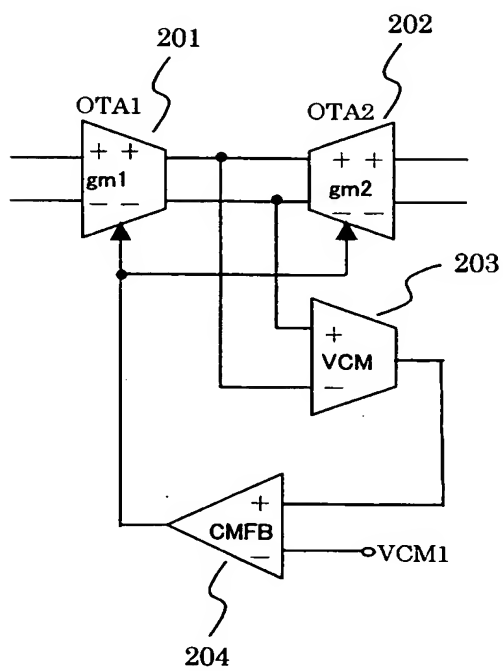
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【課題】

コモンモード電圧を所定電圧に設定できる制御回路を提供する。

【解決手段】

差動出力回路 101 の差動出力端子からのコモンモード電圧  $V_{CM}$  を、コモンモード電圧検出回路 105 が検出する。コモンモード電圧検出回路は、コモンモード電圧  $V_{CM}$  に応じた検出電圧  $V_{CM2}$  を出力する。コモンモード・フィードバック OTA 106 は、基準電圧  $V_{CM1}$  と検出電圧  $V_{CM2}$  の電圧差に応じて、同一位相の並列電流を入力あるいは出力する。同一位相の並列電流のそれぞれは、差動出力端子の 2 つの端子のそれぞれに入出力される。差動出力端子に電流が流し込むことによってコモンモード電圧を下げ、差動出力端子から電流を引き込むことによってコモンモード電圧を上げることができる。これにより、低消費電流でも制御信号ループの位相余裕やゲインマージンを確保することができ、回路の安定動作を実現する

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 8 9 5 0 7
受付番号	5 0 3 0 0 5 1 0 0 4 6
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 3 月 3 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月28日

次頁無



特願 2 0 0 3 - 0 8 9 5 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 0 2 0 6 2 9 3 1 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地

氏 名

N E C エレクトロニクス株式会社